

четкость и определенность имущественных отношений на природные ресурсы, сформировать адекватное правовое поле охраны окружающей среды и рационального природопользования, провести для этого необходимую кодификацию отдельных законов в соответствии с международными формами. Невозможно перечислить направление и масштабы предстоящих преобразований. Но если не задумываться над этим, то экологический вызов вряд ли будет принят современным обществом, и мы можем оказаться в заложниках времени. Вот почему тот, кто находит в себе силы и возможности заняться научными исследованиями и практической деятельностью в этой сфере, может считать, что он действительно стоит на гражданской позиции. И думаю, что Уральский государственный университет поможет ему определить свое место в решении сложнейших проблем XXI века.

С. А. Мочалов



ГЛОБАЛЬНОЕ ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА И ПРОБЛЕМЫ ЛЕСНОЙ ЭКОЛОГИИ

Одной из главных причин тревожного обострения экологической обстановки на планете на рубеже III тысячелетия стали существенные изменения климата во многих регионах. Происходящее глобальное потепление неоднородно во времени и в пространстве. Как показывает модель глобальной циркуляции атмосферы, потепление через ближайшие 30–50 лет в наибольшей степени проявится в Северном полушарии [Maxwell, 1992]. Установлено, что в европейской части России во вторую половину XX века оно имело место в основном в холодную половину года, а в теплое полугодие изменения были незначительны [Груза, Ранькова, 2001]. То же характерно для Урала и Сибири, где за последние 100 лет среднегодовая температура повысилась почти на 2° [Мочалов, Лессиг, 1998: 333–342; Laessig, Motschalow, 1997: 65].

Россия – ведущая лесная держава мира, ее леса занимают площадь, составляющую 1/4 лесного покрова планеты. Функции лесов полезны и многообразны, и их нарушение негативно отразится на состоянии окружающей среды. Дальнейший рост температур приведет к большим экологическим изменениям в лесу.

Более теплый климат вызовет удлинение периода вегетации у древесных растений, что будет способствовать увеличению их продуктивности и накоплению биомассы. Потепление обусловит перемещение большинства зон растительности. Согласно имеющимся прогнозам, граница бореальных лесов Евразии продвинется

на 500–1 000 км на север. Конечно, лесные экосистемы имеют большие диапазоны толерантности, и их отклик на изменения климата не будет мгновенным. Запаздывание ответных реакций может составлять от десятков до сотен лет [Ваганов, 1996: 281–283]. Однако в горных районах Южного Урала (национальный парк «Таганай») на основе детальных дендрохронологических данных уже выявлен явный сдвиг верхней границы леса [Шиятов, Мазепа, Моисеев, Братухина, 2001: 16–31], причем особенно активно идет распространение ели: с начала 60-х годов на 60–80 м вверх или на 500–600 м по склону. Здесь же наблюдается резкое сокращение тундровых участков, и через 50 лет тундровые экосистемы в национальном парке могут полностью исчезнуть.

Палеоклиматические исследования на основе анализа пыльцы позволяют реконструировать видовой состав и распространение сибирских лесов и проследить их изменения в последние тысячелетия [Tshebakova, Monserud, Denissenko, 1997: 33]. 4 600–6 000 лет назад в северной части Сибири в среднем за год было на 2–5° теплее, чем сегодня. При этом и осадков выпадало на 100–200 мм больше, т. е. на 20–30 % больше, чем сегодня. Вследствие более высоких температур и большего количества осадков верхняя граница леса тогда проходила севернее, чем сегодня. Если повышение температуры, наблюдаемое в последние 100 лет, продолжится в таком же объеме или даже ускорится, то сибирские леса в довольно близком будущем могут снова выглядеть так же, как и более чем 4 600 лет назад, т. е. доминировать в них будет не лиственница, как сегодня, а прежде всего ель, пихта и кедр.

Прогнозируется, что следствием дальнейшего повышения температур в Северном полушарии станет также резкое возрастание частоты и интенсивности лесных пожаров, бурь и ураганов [Фурьев, Голдаммер, 1996: 7–8; Berz, 1994: 1–6; Schraft, Durand, Hausmann, 1993]. Этот мрачный прогноз подтверждают события последнего десятилетия, когда ураганы страшной разрушительной силы (12 баллов по шкале Бофорта) – «Вивиян» в феврале 1990 года и «Лотар» в декабре 1999 года – нанесли колоссальный ущерб лесному хозяйству многих европейских стран. Так, если в результате урагана «Вивиян» в лесах всей Европы было повалено 120 млн м³ древесины, что составило 30 % от размера годичного лесопользования, то ураганом «Лотар» спустя 10 лет только во Франции было вывалено 138 млн м³, а в Швейцарии – 12,8 млн м³ древесины, что соответственно в 3,0 и 2,8 раза превышает размер годичного лесопользования в этих странах [Broggi, 2000: 14–17; Holenstein, 1994].

Для лесов таежной зоны Урала ветровал является постоянно действующим экзогенным фактором. Считается, что бури широкого масштаба возникают здесь сравнительно редко – один раз в 50–75 лет. Узколокальные буревалы повторяются чаще, а несплошные – практически ежегодно. По данным Туркова [Турков, 1979], крупные ветровалы на Урале были в 1799, 1859, 1879 и 1892 годах.

Однако в XX веке масштабы и последствия ветровала в этом регионе все чаще приобретают катастрофический характер. Только за последние 30 лет были полностью разрушены или серьезно повреждены огромные лесные массивы в Пермской и Свердловской областях. Так, в 1975 году на западном макросклоне Урала (север Пермской области) ураганом был повален лес на площади 260 тыс. га с запасом древесины более 22 млн м³.

Поврежденные леса имели вытянутую в широтном направлении конфигурацию длиной до 150 км и шириной с севера на юг до 50 км [Рожков, Козак, 1989: 55–69]. В Свердловской области по официальным данным лесной службы ветровальные явления – одна из главных причин гибели лесов. За последние 30 лет от ветровала в той или иной мере пострадали насаждения в 46 лесхозах из 51, т. е. практически на всей территории области [Мочалов, Лессиг, 1998: 333–342]. Особенно сильный ущерб лесам области был нанесен в июне 1995 года, когда в результате воздействия ураганного ветра в сочетании с мокрым снегом ветровал охватил площадь более 350 тыс. га [Смолоногов, 2000].

Если оценивать ветровал только с точки зрения ущерба, причиняемого лесному хозяйству, то он, безусловно, является стихийным бедствием, ликвидация последствий которого связана с очень большими затратами, особенно при выращивании искусственных насаждений. При этом, как правило, на ветровальных площадях из монокультуры хвойных пород формируются гомогенные насаждения, не являющиеся ветроустойчивыми [Стойко, 1965: 12–15].

Между тем последствия ветровалов не сводятся только к потере товарной древесины, а имеют комплексный и долговременный характер. Это означает, что массовый ветровал обуславливает нарушения всей лесной экосистемы (почвенного покрова, древостоя, всех ярусов растительности, фауны и т. д.), а для их устранения требуются десятилетия. Поэтому ветровал можно и нужно рассматривать как явление биогеоценотическое [Скворцова, Уланова, Басевич, 1983].

С этой точки зрения было бы, на наш взгляд, полезно более внимательно присмотреться к процессам, происходящим без вмешательства человека в девственных (первобытных, климаксовых) лесах. Структура таких лесов, где ветер наряду с огнем является одной из главных движущих сил динамического развития, столетиями остается очень разнообразной и стабильной. Ветровал здесь играет позитивную роль омолаживающего фактора. Как отмечал В. Г. Турков, «...с биогеоценотической точки зрения массовое отмирание перестойных деревьев в первобытном лесу – явление естественное, закономерное и положительное... Во многих районах, в том числе и на Среднем Урале, ветровал завершает жизненный цикл старшего поколения древостоя, создавая субстрат и освобождая территорию для новых поколений леса» [Турков, 1979].

В девственных и долгое время естественно развивающихся лесах Северной, Восточной и Юго-Восточной Европы имеется много погибших, медленно разлагающихся стволов деревьев. Большая их часть была повалена ветром, и в зависимости от того, как сильно разложилась древесина, можно оценить, как давно был ураган. В условиях северного климата может пройти до 100 лет, прежде чем разрушится поваленная древесина ели. В буковых лесах Восточной и Юго-Восточной Европы, напротив, в большинстве случаев имеется меньше мертвой древесины, с одной стороны, потому, что более теплый климат ускоряет разрушение древесины, с другой, потому, что древесина бука и без этого разрушается быстрее, чем у ели [Korpel, 1995].

Мертвая древесина – это жизненное пространство для более чем 4 тыс. отчасти высоко специализированных видов растений и животных. Многие из них совсем не встречаются где-либо еще или так редки, что суще-

ствуется угроза их исчезновения. Различные виды дятлов и сов, а также мхов, лишайников, дереворазрушающих грибов и насекомых живут в этих богатых мертвой древесиной лесах и находят свои жизненные ниши, извлекая выгоду из мелких пространственных различий температуры и влажности в древесине и коре. Благодаря освобождающимся в процессе разрушения древесины питательным веществам, постепенно изменяются и свойства почвы. Таким образом, наличие мертвой древесины – это шанс для сохранения и повышения биоразнообразия в лесу.

В девственных лесах «Fiby» и «Granskär» в центральной части Швеции после нескольких ураганов 1931/32 года поваленные деревья ели, сосны и березы были оставлены в лесу. Ученые университета г. Уппсала зарегистрировали исходную ситуацию после ветровала и на основании результатов последующих исследований сделали вывод, что северные хвойные леса для их естественного обновления нуждаются в повторяющихся нарушениях [Sernander, 1936]. Более поздние исследования на этих же площадях подтвердили эту теорию [Hytteborn, Packham, 1987: 299–311; Leemans, 1991: 157–165].

Для ветровальных площадей в естественно развивающихся лесах с большим количеством мертвой (вываленной и ветроломной) древесины характерно большое многообразие мелких по площади местообитаний, где условия освещенности, температура, влажность воздуха и почвы, движение воздуха могут сильно различаться в пределах нескольких дециметров. Такие экотопы заселяются различными видами растений по-разному и с различной густотой [Webb, 1988: 1186–1195]. Как показали исследования, которые проводились после урагана «Vivian» в Германии и Швейцарии, на не очищенных ветровальных площадях многочисленные виды древесных и травянистых растений заселяли прежде всего лежащую мертвую древесину и участки вблизи нее [Fischer, Abs, Lenz, 1990: 309–326; Stöckli, 1995: 8–14]. Разлагающиеся стволы деревьев являются питательным субстратом и предпочитаемым экотопом для естественного возобновления древесных пород. Например, сегодня в девственном лесу «Fiby» на месте почти полностью разложившихся останков деревьев в большом количестве имеется разновозрастный подрост ели. На основе образующегося таким путем дифференцированного по возрасту и высоте спектра деревьев возникает мозаичная структура леса [Falinski, 1976: 85–106; Korpel, 1995].

В результате сильной минерализации почвы после вывала деревьев вначале часто формируются лесные насаждения, состоящие преимущественно из светолюбивых пионерных пород, таких, как береза, тополь, ива и рябина, которые очень быстро реагируют на резкое изменение экологических условий и обладают высокой семенной продуктивностью [Fischer, Abs, Lenz, 1990: 309–326; Lässig, Motschalow, 2000: 37–45]. Такие пионерные леса в силу их однородности в течение нескольких десятилетий могут быть относительно нестабильны. С увеличением доли теневыносливых хвойных пород их состав и структура становятся более сложными и возрастает устойчивость к воздействию ветра. Так, в американском штате Мичиган уже через 18 лет после урагана сильно возросла доля теневыносливых пород, а через 50 лет последние догнали в росте пионерные виды – березу, тополь и вишню [Spurr, 1956: 443–451].

Девственные и естественно развивающиеся бореальные леса России отличаются от полностью и интенсивно хозяйственно освоенных лесов

Центральной Европы более разнообразным составом древесных пород и более динамичным лесовозобновлением [Lässig, Motschalow, 2000: 37–45; Syrjänen, Kalliola, Puolasmaa, Mattsson, 1994: 19–34]. Они представляют собой устойчивые самовозобновляющиеся системы, для которых характерны сложная мозаичная структура, асинхронность возрастного развития биогрупп, фитоциклические смены пород, возвращение в почву всех изъятых у нее минеральных веществ и дополнительное внесение биогенных веществ [Турков, 1979]. Для современного лесоводства изучение динамики происходящих в них процессов – это путь к познанию механизмов формирования устойчивых насаждений и повышения биоразнообразия в лесу.

Список литературы

Ваганов Е. А. Регистрация потепления в текущем столетии клетками годовых колец деревьев // ДАН. 1996. Т. 351.

Груза Г. В., Равькова Э. Я. Изменение климатических условий европейской части России во второй половине XX века // Влияние изменения климата на экосистемы. Охраняемые природные территории России: анализ многолетних наблюдений / Под ред. А. Кокорина, А. Кожаринова, А. Минина. М., 2001.

Мочалов С. А., Лессиг Р. Штормовая активность и ветровал на Урале // Леса Урала и хозяйство в них. Екатеринбург, 1998. Вып. 20.

Рожков А. А., Козак В. Т. Устойчивость лесов. М., 1989.

Скворцова Е. Б., Уланова Н. Г., Басевич В. Ф. Экологическая роль ветровалов. М., 1983.

Смолоногов Е. П. Лесообразовательный процесс и ветровалы // Последствия катастрофического ветровала для лесных экосистем. Екатеринбург, 2000.

Стойко С. М. Причины ветровалов и буреломов в Карпатских ельниках и меры борьбы с ними // Лес. хоз-во. 1965. № 9.

Турков В. Г. О вывале деревьев ветром в первобытном лесу как биогеоэкологическом явлении: На примере горных пихтово-еловых лесов Среднего Урала // Темнохвойные леса Среднего Урала. Свердловск, 1979. (Тр. Ин-та экологии растений и животных УНЦ АН СССР; Вып. 128).

Фурьев В. В., Голдаммер И. Г. Экологические проблемы пожаров в бореальных лесах: опыт и пути международного сотрудничества // Лес. хоз-во. 1996. № 3.

Шнятов С. Г., Мазепа В. С., Моисеев П. А., Братухина М. Ю. Изменения климата и их влияние на горные экосистемы национального парка «Таганай» за последние столетия // Влияние изменения климата на экосистемы. Охраняемые природные территории России: анализ многолетних наблюдений / Под ред. А. Кокорина, А. Кожаринова, А. Минина. М., 2001.

Berz G. Die Zeichen stehen auf Sturm // Naturwissenschaften. 1994 (81).

Broggi M. F. Was geschieht auf Windwurfflächen im Wald? Erkenntnisse aus 10 Jahren Forschung // Natur + Mensch. 2000 (1).

Falinski J. B. Windwürfe als Faktor der Differenzierung und der Veränderung des Urwaldbiotopes im Licht der Forschungen auf Dauerflächen // Phytocoenosis. 1976. 5 (2).

Fischer A., Abs G., Lenz F. Natürliche Entwicklung von Waldbeständen nach Windwurf – Ansätze einer «Urwaldforschung» in der Bundesrepublik // FwCbl. 1990 (109).

Holenstein B. Sturmschäden 1990 im Schweizer Wald // Schriftenreihe Umwelt Nr.218: BUWAL Bern, 1994.

Hytteborn H., Packham J. R. Decay Rate of Picea abies Logs and the Storm Gap Theorie: A Re-examination of Sernander Plot III, Fiby Urskog, Central Sweden // Arboricultural J. 1987 (11).

Korpel Š. Die Urwälder der Westkarpaten. Stuttgart; Jena; New York, 1995.

Laessig R., Motschalow S. Auswirkungen der Klimaerwärmung in Sibirien // Neue Zürcher Zeitung. 1997. Nr. 287.

Lässig R., Motschalow S. A. Waldforschung – Folgen von Windwürfen. Ost-West-Partnerschaft am Beispiel der Auswirkungen von Stürmen auf Wälder im Ural. Naturwerte in Ost und West // Publikation zur Tagung «Forum für Wissen» vom 25. Oktober 2000 an der WSL Birmensdorf.

Leemans R. Canopy Gaps and Establishment Patterns of Spruce (Picea abies [L.] Karst.) in Two Old-growth Coniferous Forests in Central Sweden // Vegetatio. 1991. Nr. 93.

- Maxwell B. Arctic climate: potential for change under global warming // Arctic Ecosystems in Changing Climate. New York, 1992. Nr 11.
- Schraft A., Durand E., Hausmann P. Stürme über Europa // Schweizerische Rueckversicherungs-Gesellschaft. 1993.
- Sernander R. Granskär och Fiby urskog [in Swedish with English abstract] // Acta Phytogeographica Suecia. 1936. Nr 8.
- Spurr S. H. Natural Restocking of Forests Following the 1938 Hurricane in Central New England // Ecology. 1956. Nr 37 (3).
- Stöckli B. Anleitung zum Moderanbau. Moderholz für die Naturverjüngung im Bergwald // Wald und Holz. 1995. Nr. 76 (16).
- Syrjänen K., Kalliola R., Puolasmaa A., Mattsson J. Landscape structure and forest dynamics in subcontinental Russian European taiga // Ann. Zool. Fennici. 1994 (31).
- Tchebakova N. M., Monserud R. A., Denissenko O. V. Two applications of the siberian vegetation model to spatial-temporal studies in Siberia // Abstracts of Workshop on spatial-temporal dimentions of high-latitude ecosystem change (the Siberian IGBP Transect). Krasnoyarsk, 1997.
- Webb S. L. Windstorm Damage and Microsite Colonisation in Two Minnesota Forests // Can. J. For. Res. 1988. Nr 18.

М. И. Дергачева

ЭКОЛОГИЯ ПОЧВ: ИТОГИ, ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ



До недавнего времени понятие *экология почв* в качестве самостоятельного научного раздела со своим объектом, предметом, методами, понятийным аппаратом, теоретическими положениями, законами, т. е. всеми атрибутами самостоятельной науки, не имело какого-либо распространения. Все проблемы и вопросы, относящиеся к экологии почв, были размыты в рамках разделов почвоведения – генезиса почв и географии почв. Более того, до сих пор некоторые ученые считают некорректным словосочетание *экология почв*, поскольку экология в классическом первоначальном смысле – это наука о взаимоотношениях организма со средой их обитания, и почва, по их мнению, выступает именно в роли последней.

Экология почв как самостоятельная теоретическая наука в настоящее время находится в стадии становления, хотя истоки ее можно отнести к концу XIX – началу XX века.

Уже в работах В. В. Докучаева прослеживается постановка тех проблем и вопросов, которые имеют непосредственное отношение к экологии почв.

Прежде всего, введенное В. В. Докучаевым понятие естественно-исторического тела, каковым является почва, стало основным,